

(Ⅲ-11) 改良された砂質土の埋立工法に関する研究(その4)

水質への影響について

日本国土開発株式会社 正員 ○黒山英伸 正員 芳沢秀明
正員 玉井章友

1. はじめに

砂質土にセメントなどの改良材を混合した改良土を底開式土運船で直投埋立てを行う工法では、埋立て区域に改良土を運搬する間に、改良土から溶出したアルカリ分が漏れだし、工事区域外の環境を汚染することが懸念される。また、直投の際にセメント粒子が拡散することによつて、アルカリの溶出が起こるため、工事区域から流れ出る余水の水素イオン濃度(pH)が排水基準(海域5.0~9.0、海域以外5.8~8.6)を上回る恐れがある。ここでは、改良土の直投埋立工法が及ぼす環境上の問題点とその対策について検討を行った。

2. 実験

(1) 海水希釈によるpHの低下

セメントから溶出したアルカリ分が海水に及ぼす影響について調べるために、セメント溶出液を海水で希釈し、pHの変化を測定した。セメント溶出液は改良土(六甲産マサ土に普通ポルトランドセメントを重量で4%添加したもの)320gをシリンダ(直径5cm、高さ12.5cm)に入れ、海水を満たして20℃で1時間放置した後、海水をろ過して得た。使用した海水は、神奈川県茅ヶ崎の海岸にて採取したもので、pHは8.2であった。なお、pHの測定には電極式のpH計を用いた。

(2) 二酸化炭素ガス吹込みによるpHの低下

排水基準を上回る余水のpHを低下させる方法として、二酸化炭素ガス(CO₂ガス)吹込みによるpHの低下を確認した。水槽(高さ1.2m、長さ2m、幅0.6m)に所定濃度のセメント懸濁水480ℓ(水槽の高さ40cmに相当する容積)を入れ、二酸化炭素ガスを毎分20ℓ吹込みながらpHの変化を測定した。ガスの噴出口は、直径3cm、長さ55cmの塩ビパイプに孔径0.5mmの穴を1列に1mm間隔で開けたもので、これを水槽の底に設置した。セメントは普通ポルトランドセメント、水は水道水を使用した。

(3) 直投後のpHと濁度の測定

改良土を直投した後のpHと濁りの状態を調べるために、水を2.57mの高さまで満たした大型水槽(高さ3m、長さ15m、幅6m)に約3tの改良土を直投し、pHと濁度を測定した。また、分離防止剤(強アニオン性ポリアクリルアミド)を添加した場合のpH、濁りに対する影響を調べた。測定位置は、直投地点から長さ方向に3m離れた、水深85cm(A点)、170cm(B点)、220cm(C点)の3点とした。濁度の測定には、後方散乱光式の投げ込み型濁度計を使用した。

3. 結果および考察

(1) 海水希釈によるpHの低下

海水によるセメント溶出液の希釈結果を図-1に示す。図から、海水による希釈の方が純水による希釈よりもpHの低下が著しいことが認められる。この理由としては、海水中に含まれる各種塩類の働きによるものであると考えられる。また、セメント溶出液のpHを8.6以下に低下させるためには、約7倍の希釈倍率が必要であることが分かった。

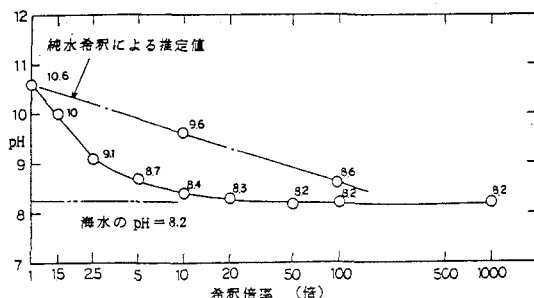


図-1 海水希釈によるセメント溶出液のpH低下

(2) 二酸化炭素ガス吹込みによる pH の低下

二酸化炭素ガス吹込みによる pH の低下を図-2に示す。この図から、セメント濃度が高いほど初期の pH が高く、また pH を 8.6 まで低下させるのに要する時間が長くなることが分る。pH を 8.6 まで低下させるのに必要な二酸化炭素ガスの吹込み量を二酸化炭素総吹込み量 (20 ℓ/分×吹込み時間 (分)) とすると、

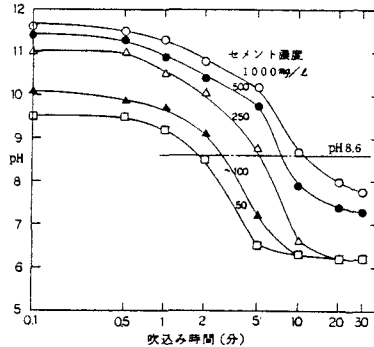


図-2 二酸化炭素吹込みによる pH の低下

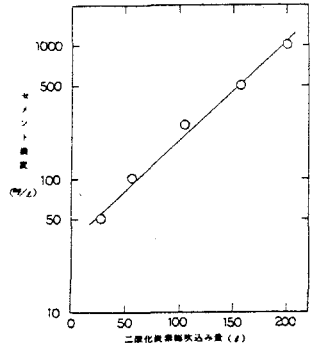


図-3 セメント濃度と CO₂ 量の関係 (pH を 8.6 に低下させるのに必要な CO₂ の吹込み量)

図-3 からセメント濃度と二酸化炭素総吹込み量との間には、一定の関係があると考えられる。

(3) 直投後の pH と濁度の測定

大型水槽における改良土直投後の pH の経時変化を図-4に、濁度の経時変化を図-5に示す。これらの結果から、pH の上昇と濁りは水槽の底部に集中していることが分かり、改良土の分離は水中を落下するときよりも着底時に多く起こることが推測される。濁度は直投後すぐに上昇し、その後だいに低下してくるが、pH は直投後 5 分まで上昇しほぼ一定の値となる。また、分離防止剤を添加した場合は、pH、濁度ともに低い値となっており、直投時の土砂の分離が抑えられていることが分かる。

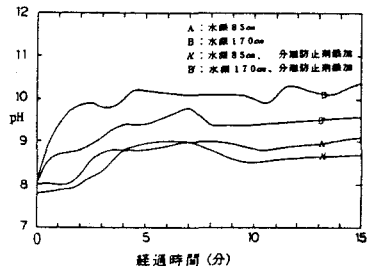


図-4 直投後の pH の経時変化

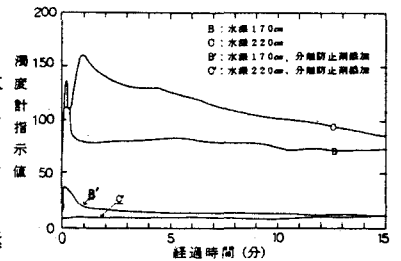


図-5 直投後の濁度の経時変化

以上の結果から次の内容を考察した。

- 底開式土運搬によつて運搬中の改良土から溶出するアルカリ性水溶液による水質の汚染は、海水による希釈作用によつて pH が低下するため問題とはならないと考えられる。また、中和が必要な場合には取扱いが容易な二酸化炭素ガスで中和できる。
- 二酸化炭素ガスを使用して中和を行う場合、未反応の二酸化炭素が大気中に逃げ出し不経済となりやすいので、二酸化炭素ガスと水との接触効率を高める必要がある。また、二酸化炭素による中和は、炭酸カルシウムによる白濁を生じることもあり、浮遊物質 (SS) の検討が必要である。
- 埋立区域外の水質の汚染防止は、浮沈式汚濁防止膜および二酸化炭素などの酸性物質の使用によつて可能と考えられる。この場合、水底付近と水面では pH、濁度ともにかなりの開きがあるので、効率的な設備の配置が必要である。
- 分離防止剤の使用は、水の pH、濁度を低く抑えるための有効な方法と考えられる。

4. おわりに

改良土の直投埋立てにおける環境上の問題点とその対策について検討を行い、基礎的な目途がついた。しかしながら、埋立工事は現場により環境条件、施工条件が異なり、施工にあつては詳細な検討が必要である。また、排水基準は pH や浮遊物質だけでなく、CODなどの項目についても考慮する必要がある、改良材や分離防止剤についても安全性や有害物質の有無を管理する必要がある。

なお本研究は、運輸省港湾技術研究所と日本国土開発院との共同研究「改良された砂質材料の埋立工法」の一環として行われたものである。研究にあたり、運輸省港湾技術研究所動土質研究室善功企室長、山崎浩之氏に多大なるご指導を頂いたことに謝意を表します。